

УДК 621.891

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗЕРНИСТОСТИ АБРАЗИВНОГО МАТЕРИАЛА ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В АЛМАЗНЫХ ИНСТРУМЕНТАХ

© 2010 М.Н. Сафонова¹, А.С. Сыромятникова², Л.М. Варламова¹

¹ Якутский госуниверситет им. М.К. Аммосова

² Институт физико-технических проблем Севера

Поступила в редакцию 23.03.2010

Работа посвящена проблеме разработки и эксплуатации абразивных инструментов – исследованию зернистости абразивного материала, который определяется в зависимости от обрабатываемого материала, выполняемой операции, метода шлифования, особенностей технологии изготовления, формы и размера рабочего слоя алмазного инструмента.

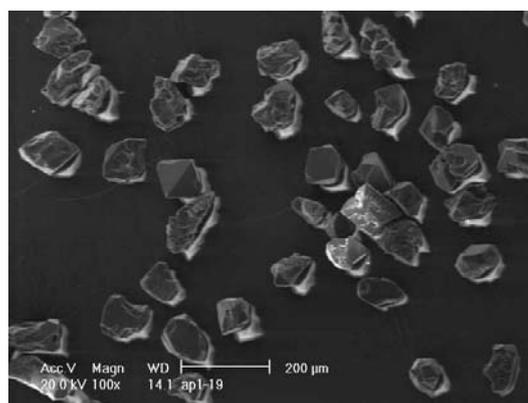
Ключевые слова: компьютерное диагностическое сито, абразивные материалы, зернистость, природные и синтетические алмазные порошки

Решение задач дальнейшего роста эффективности производства шлифовального инструмента связано с качеством и производительностью абразивной обработки материалов. Однако все преимущества абразивной обработки проявляются только при правильном выборе и достаточном ассортименте обрабатываемых материалов. Существенным недостатком является несоответствие между методами производства и контроля, поскольку при принятой ситовой классификации размеры (зернистость) шлифпорошка отождествляется с размерами ячейки сита. В этой ситуации обозначенная зернистость порошка по размеру сита не может быть непосредственно использована для теоретических исследований и практических расчетов. В настоящее время для производства абразивного инструмента для резки, шлифовки, полировки и точной обработки изделий из металлов, сплавов и минералов используются порошки природных и синтетических алмазов, причем преобладает применение последних. Размером зерна в алмазных порошках считается половина суммы длины и ширины проекции алмазного зерна. Однако и это понятие не вполне определено: если для шарообразной или кубической частицы единственный показатель её крупности – диаметр или длина ребра, то для частицы

неправильной формы существует бесконечное число способов определения трех ее измерений. Определение размеров частиц может быть выполнено с помощью микроскопического анализа.

Целью данной работы является исследование размерного распределения зерен и диагностика алмазных шлифпорошков из синтетических и природных алмазов, используемых для изготовления композиционных алмазосодержащих материалов и абразивных инструментов.

На рис. 1 приведены РЭМ-фотографии зерен исследованных алмазных шлифпорошков. Алмазные зерна являются совокупностью осколочных частиц неправильной формы, произвольное сечение которых в подавляющем большинстве случаев можно считать четырех- или пятиугольниками, как и в других несферических порошках [1]. При визуальном рассмотрении зерен шлифпорошков алмаза установлено, что зерна шлифпорошка из синтетических алмазов имеют округлую форму, а зерна из природных алмазов в основном пластинчатую и игольчатую формы, встречаются кристаллы с четкой огранкой и с острыми ребрами.

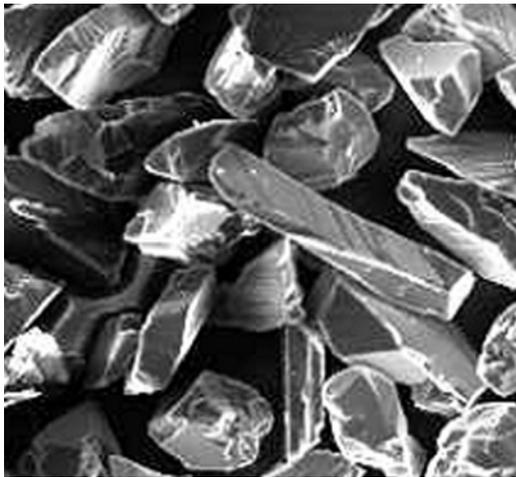


a)

Сафонова Мария Николаевна, кандидат технических наук, доцент кафедры сопротивления материалов. E-mail: marisafon_2006@mail.ru

Сыромятникова Айталина Степановна, кандидат физико-математических наук, профессор кафедры физики твердого тела, старший научный сотрудник. E-mail: aitalina_2004@mail.ru

Варламова Лира Мефодьевна, ведущий инженер, старший преподаватель кафедры сопротивления материалов. E-mail: VarlamovaLM@mail.ru



б)

Рис. 1. Зерна шлифпорошков из синтетических (а) и природных алмазов (б) зернистости 80/63

Объекты исследования. В качестве абразивного материала использовались шлифпорошки из технических синтетических и природных алмазов (по три разновидности) различных зернистостей. Шлифпорошки изначально принимались за «безымянные» (марка, зернистость, стандарт, по которому велась их классификация, считались неизвестными) и им присваивались буквенно-цифровые обозначения: С или П (шлифпорошки из синтетических/природных алмазов), цифры I, II, III (номера в порядке возрастания зернистости).

Разработка и реализация метода. Идентификацию зернистости и показателей зернового состава исследуемых шлифпорошков проводили с применением метода компьютерного диагностического ситования (КДС), разработанного в Институте сверхтвердых материалов НАН Украины им. В.Н. Бакуля и основанного на данных микроскопического анализа [2]. Использование КДС при установлении зернистости и определении показателей зернового состава шлифпорошков из синтетических и природных алмазов по массе фракций, согласно отечественным стандартам при известных границах размерных классов без применения контрольных сит и взвешивания выделяемых фракций, позволяет на основании данных микроскопического анализа косвенно (т.е. без применения набора контрольных сит) осуществлять стандартную процедуру контрольного ситового анализа. Основу КДС составляет математическая модель ситового размерного разделения, которая представляет собой зависимость между параметрами аналога ячейки сита и размерными характеристиками зерна, полученную из условия предельного прохождения модели зерна через принятый

аналог ячейки сита. Исследование гранулометрического состава алмазных порошков осуществляется путем определения зернового состава порошков подсчетом числа зерен крупной, основной и мелкой фракций, исследования морфологии алмазных зерен по электронным фотографиям, полученным с использованием РЭМ XL-20 в режиме вторичных электронов.

Долю зерен каждой фракции порошка в процентах определяют по формулам [3]:

$$P_{\phi} = \frac{q_n}{Q} \cdot 100; \quad K_{\phi} = \frac{q_k}{Q} \cdot 100; \quad O_{\phi} = \frac{q_o}{Q} \cdot 100;$$

$$M_{\phi} = \frac{q_m}{Q} \cdot 100;$$

где P_{ϕ} , K_{ϕ} , O_{ϕ} , M_{ϕ} – доли зерен крупной, основной и мелкой фракций, %; Q – число зерен, измеренных под микроскопом, шт; q_n , q_k , q_o , q_m – число зерен крупной, основной и мелкой фракций, шт.

Значение доли каждой фракции округляется до одной или двух значащих цифр. Результаты идентификации зернистостей и зерновых составов исследованных шлифпорошков методом КДС приведены в таблице 1.

Размеры зерен определялись по двум проекциям с помощью растрового электронного микроскопа РЭМ XL-20 (Philips) в режиме вторичных электронов. Линейные размеры оценивали по трем взаимно перпендикулярным направлениям. За длину зерна принимался его наибольший размер, видимый на одном из двух проекций рис. 2.

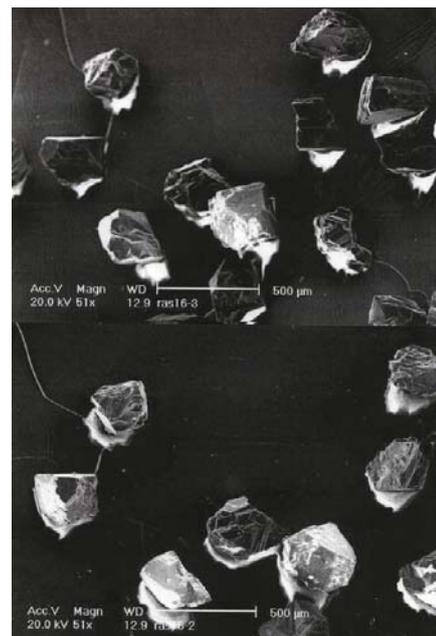


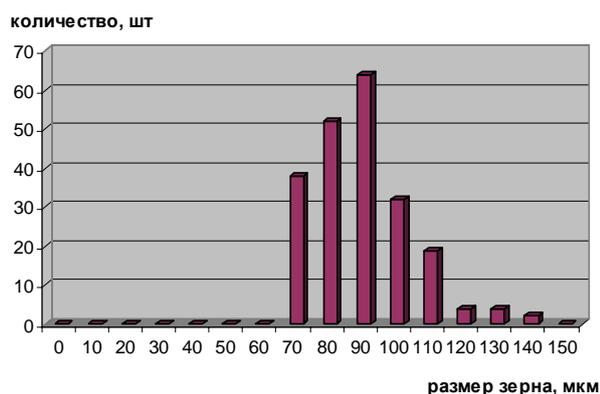
Рис. 2. РЭМ-фотографии алмазных шлифпорошков зерен алмаза по двум проекциям

Таблица 1. Зернистости и зерновые составы шлифпорошков

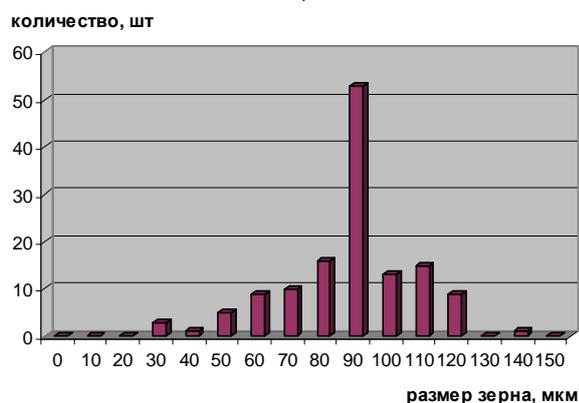
Шлиф порошок	Зернистость, мкм		Зерновой состав, %			
	ситовая классификация	идентификация методом КДС	P_{ϕ} , (<0,01%)	K_{ϕ} , (<15%)	O_{ϕ} (>75%)	M_{ϕ} (<2%)
С I	50/40	50/40	0	82,36	17,64	0
		63/50	0	37,8	62,18	0
П I	50/40	50/40	2,8	80	16,87	0
		80/63	0	14	69,1	16,8
С II	80/63	80/63	0,74	66,7	25,9	6,66
		100/80	0,74	17,86	60,7	20,7
П II	80/63	80/63	0	58,2	41,8	0
		100/80	0	13,5	68,8	17,7
С III	125/100	125/100	0	0,45	92,6	6,95
		125/100	0	0,45	92,6	6,95
П III	125/100	125/100	0	54,77	39,2	6,03
		160/100	0	0	93,97	6,03

Примечание: P_{ϕ} , K_{ϕ} , O_{ϕ} , M_{ϕ} — массовые доли предельной, крупной, основной и мелкой фракций; выделены показатели, соответствующие требованиям ГОСТ 9206-80, предъявляемым к зерновому составу шлифпорошка данной зернистости

Примеры диаграмм размерного распределения алмазных зерен приведены на рис. 3.



а)



б)

Рис. 3. Распределение зерен шлифпорошков зернистости 80/63 по размерам: а) из природных алмазов; б) из синтетических алмазов

Выводы: результаты проведенных исследований показали, что по показателям зернового состава из всех размерных классов полностью требованиям заказчика удовлетворяет только шлифпорошок №СIII. Контрольные исследования шлифпорошков методом КДС показали, что шлифпорошки №СI, №ПI, №СII, №ПII и №ПIII по показателям зернового состава не удовлетворяют требованиям ГОСТ 9206-80, предъявляемым к зерновому составу шлифпорошков. Контрольная косвенная классификация микроскопических проб шлифпорошков из синтетических алмазов различных зернистостей методом КДС дает возможность сделать вывод, что метод КДС позволяет на основании только данных микроскопического анализа решать большой круг практических задач; в том числе устанавливать зернистость и определять показатели зернового состава шлифпорошков из синтетических и природных алмазов по массе фракций согласно стандартам при известных границах размерных классов без применения контрольных сит и взвешивания выделяемых фракций. Чем точнее произведена классификация алмазных порошков, следовательно, больше содержание одной основной фракции, тем активность порошков повышается, увеличивается производительность инструментов, изготовляемых из этих порошков, а расход алмазного инструмента уменьшается, и увеличивается срок его службы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Лавренко, В.И.* Модели формы зерен СТМ / *В.И. Лавренко, А.А. Шенелев, Г.А. Петасюк* // *Сверхтвердые материалы*. – 1994. - №5-6. – С. 18-21.
2. *Новиков, Н.В.* Компьютерное диагностическое сито для идентификации зернистости и зернового состава микроскопических проб алмазных шлифпорошков / *Н.В. Новиков, Ю.Н. Никитин, Г.А. Петасюк* // *Сверхтвердые материалы*. – 2003. - №3. – С. 71-83.
3. *Ковальчук, Ю.М.* Основы проектирования и технология изготовления абразивного и алмазного инструмента / *Ю.М. Ковальчук, В.А. Букин, Б.А. Глаговский* и др. – М.: Машиностроение, 1984. – 288 с.

**RESEARCH OF THE ABRASIVE MATERIAL GRIT
USED IN DIAMOND INSTRUMENTS**

© 2010 M.N. Safonova¹, A.S. Syromyatnikova², L.M. Varlamova¹

¹ Yakut State University named after M.K. Ammosov

² Institute of Physical and Technical Problems of the North

Article is devoted to a problem of development and maintenance of abrasive tools - to research the abrasive grit which is determined depending on a worked material, executable operation, method of grinding, features of manufacturing techniques, shape and size of a working layer of diamond instrument.

Key words: *a computer diagnostic deck, abrasive materials, grit, natural and synthetic diamond dusts*

Mariya Safonova, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Department of Resistance of Materials. E-mail: marisafon_2006@mail.ru

Aytalina Syromyatnikova, Candidate of Physics and Mathematics, Professor at the Department of Solid Body Phesics, Senior Research Fellow. E-mail: aitalina_2004@mail.ru

Lira Varlamova, Leading Engineer, Senior Teacher at the Department of Resistance of Materials. E-mail: VarlamovaLM@mail.ru